

Министерство образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО Курский государственный университет

Кафедра алгебры, геометрии и теории обучения математике

---

***Вычислительная математика***

учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы  
обучающихся  
по направлению 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование  
информационных систем

Составители:  
Селиванова И.В.

Курск 2016

**Самостоятельная работа по данной дисциплине состоит в разработке алгоритма решения оставленной задачи и его программной реализации, подготовке ответов на контрольные вопросы**

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

### **Лабораторная работа №1**

#### **Решение нелинейного уравнения методом половинного деления**

**Цель:** Изучение особенностей применения метода половинного деления к решению нелинейного уравнения.

**Задание:**

1. Для данного уравнения с помощью Excel определить интервал изоляции корня (если их несколько, то выбрать один).
2. Разработать алгоритм и программу уточнения корня методом половинного деления.
3. Реализовать программу на любом языке программирования, визуализировав результат.

**Варианты заданий.**

| Номер варианта | Уравнение                      |
|----------------|--------------------------------|
| 1              | $4x + e^x = 0$                 |
| 2              | $\lg x = 6 - 2x$               |
| 3              | $x - 1,2 \cos \frac{x}{3} = 0$ |
| 4              | $(0, 2x)^3 = \cos x$           |
| 5              | $\ln x - \frac{1}{1+x^2} = 0$  |
| 6              | $\arccos x^2 - x = 0$          |

|    |  |
|----|--|
| 7  | $\operatorname{arctg}\left(\frac{1}{x}\right) - x^2 = 0$ |
| 8  | $x - \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{x}\right) = 0$   |
| 9  | $2 - x = \ln x$  |
| 10 | $x + \lg x = 0,5$  |

#### Контрольные вопросы:

1. Условие применимости метода половинного деления.
2. Погрешность метода половинного деления. Методы ее вычисления.

#### Литература:

*Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.*

*Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.*

*Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Раицков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.*

*Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.*

*Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.*

*Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.*

*Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.*

#### Лабораторная работа №2

## Решение нелинейного уравнения методами хорд, касательных и комбинированным методом

Цель: Изучение особенностей применения методов хорд, касательных и комбинированного метода к решению нелинейного уравнения.

Задание:

1. Разработать алгоритм и программу уточнения корня методом хорд.
2. Разработать алгоритм и программу уточнения корня методом Ньютона.
3. Разработать алгоритм и программу уточнения корня комбинированным методом.
4. Сравнить результаты вычислений.

Варианты заданий.

| Номер варианта | Уравнение  |
|----------------|--|
| 1              | $4x + e^x = 0$   |
| 2              | $\lg x = 6 - 2x$   |
| 3              | $x - 1,2 \cos \frac{x}{3} = 0$                           |
| 4              | $(0,2x)^3 = \cos x$                                      |
| 5              | $\ln x - \frac{1}{1+x^2} = 0$                            |
| 6              | $\arccos x^2 - x = 0$                                    |
| 7              | $\operatorname{arctg}\left(\frac{1}{x}\right) - x^2 = 0$ |
| 8              | $x - \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{x}\right) = 0$   |
| 9              | $2 - x = \ln x$  |

**Контрольные вопросы:**

1. Каковы условия применимости методов Ньютона и метода хорд?
2. В чем суть метода Ньютона?
3. В чем суть метода хорд?
4. В чем суть комбинированного метода?
5. Из какого конца следует проводить касательную в методе Ньютона?
6. Какой метод обычно дает самую быструю сходимость?

**Литература:**

*Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.*

*Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.*

*Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Раицков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.*

*Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.*

*Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.*

*Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.*

*Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.*

**Лабораторная работа №3****Решение систем линейных уравнений методом Гаусса**

Цель: Изучение алгоритма численного решения систем методом Гаусса.

Задание:

# 1. Разработать алгоритм и программу решения систем методом Гаусса.

## Варианты заданий.

| №  | Система уравнений   |
|----|---|
| 1  | $4,003 \cdot x_1 + 0,207 \cdot x_2 + 0,519 \cdot x_3 + 0,281 \cdot x_4 = 0,425$<br>$0,416 \cdot x_1 + 3,273 \cdot x_2 + 0,326 \cdot x_3 + 0,375 \cdot x_4 = 0,021$<br>$0,297 \cdot x_1 + 0,351 \cdot x_2 + 2,997 \cdot x_3 + 0,429 \cdot x_4 = 0,213$<br>$0,412 \cdot x_1 + 0,194 \cdot x_2 + 0,215 \cdot x_3 + 3,628 \cdot x_4 = 0,946.$ |
| 2  | $2,591 \cdot x_1 + 0,512 \cdot x_2 + 0,128 \cdot x_3 + 0,195 \cdot x_4 = 0,159$<br>$0,203 \cdot x_1 + 3,469 \cdot x_2 + 0,572 \cdot x_3 + 0,162 \cdot x_4 = 0,280$<br>$0,256 \cdot x_1 + 0,273 \cdot x_2 + 2,994 \cdot x_3 + 0,501 \cdot x_4 = 0,134$<br>$0,381 \cdot x_1 + 0,219 \cdot x_2 + 0,176 \cdot x_3 + 5,903 \cdot x_4 = 0,864.$ |
| 3  | $2,979 \cdot x_1 + 0,427 \cdot x_2 + 0,406 \cdot x_3 + 0,348 \cdot x_4 = 0,341$<br>$0,273 \cdot x_1 + 3,951 \cdot x_2 + 0,217 \cdot x_3 + 0,327 \cdot x_4 = 0,844$<br>$0,318 \cdot x_1 + 0,197 \cdot x_2 + 2,875 \cdot x_3 + 0,166 \cdot x_4 = 0,131$<br>$0,219 \cdot x_1 + 0,231 \cdot x_2 + 0,187 \cdot x_3 + 3,276 \cdot x_4 = 0,381.$ |
| 4  | $3,738 \cdot x_1 + 0,195 \cdot x_2 + 0,275 \cdot x_3 + 0,136 \cdot x_4 = 0,815$<br>$0,519 \cdot x_1 + 5,002 \cdot x_2 + 0,405 \cdot x_3 + 0,283 \cdot x_4 = 0,191$<br>$0,306 \cdot x_1 + 0,381 \cdot x_2 + 4,812 \cdot x_3 + 0,418 \cdot x_4 = 0,423$<br>$0,272 \cdot x_1 + 0,142 \cdot x_2 + 0,314 \cdot x_3 + 3,935 \cdot x_4 = 0,352.$ |
| 5  | $4,855 \cdot x_1 + 1,239 \cdot x_2 + 0,272 \cdot x_3 + 0,258 \cdot x_4 = 1,192$<br>$1,491 \cdot x_1 + 4,954 \cdot x_2 + 0,124 \cdot x_3 + 0,236 \cdot x_4 = 0,256$<br>$0,456 \cdot x_1 + 0,285 \cdot x_2 + 4,354 \cdot x_3 + 0,254 \cdot x_4 = 0,852$<br>$0,412 \cdot x_1 + 0,335 \cdot x_2 + 0,158 \cdot x_3 + 2,874 \cdot x_4 = 0,862.$ |
| 6  | $5,401 \cdot x_1 + 0,519 \cdot x_2 + 0,364 \cdot x_3 + 0,283 \cdot x_4 = 0,243$<br>$0,295 \cdot x_1 + 4,830 \cdot x_2 + 0,421 \cdot x_3 + 0,278 \cdot x_4 = 0,231$<br>$0,524 \cdot x_1 + 0,397 \cdot x_2 + 4,723 \cdot x_3 + 0,389 \cdot x_4 = 0,721$<br>$0,503 \cdot x_1 + 0,264 \cdot x_2 + 0,248 \cdot x_3 + 4,286 \cdot x_4 = 0,220.$ |
| 7  | $3,857 \cdot x_1 + 0,239 \cdot x_2 + 0,272 \cdot x_3 + 0,258 \cdot x_4 = 0,190$<br>$0,491 \cdot x_1 + 3,941 \cdot x_2 + 0,131 \cdot x_3 + 0,178 \cdot x_4 = 0,179$<br>$0,436 \cdot x_1 + 0,281 \cdot x_2 + 4,189 \cdot x_3 + 0,416 \cdot x_4 = 0,753$<br>$0,317 \cdot x_1 + 0,229 \cdot x_2 + 0,326 \cdot x_3 + 2,971 \cdot x_4 = 0,860.$ |
| 8  | $4,238 \cdot x_1 + 0,329 \cdot x_2 + 0,256 \cdot x_3 + 0,425 \cdot x_4 = 0,560$<br>$0,249 \cdot x_1 + 2,964 \cdot x_2 + 0,351 \cdot x_3 + 0,127 \cdot x_4 = 0,380$<br>$0,365 \cdot x_1 + 0,217 \cdot x_2 + 2,897 \cdot x_3 + 0,168 \cdot x_4 = 0,778$<br>$0,178 \cdot x_1 + 0,294 \cdot x_2 + 0,432 \cdot x_3 + 3,701 \cdot x_4 = 0,749.$ |
| 9  | $3,389 \cdot x_1 + 0,273 \cdot x_2 + 0,126 \cdot x_3 + 0,418 \cdot x_4 = 0,144$<br>$0,329 \cdot x_1 + 2,796 \cdot x_2 + 0,179 \cdot x_3 + 0,278 \cdot x_4 = 0,297$<br>$0,186 \cdot x_1 + 0,275 \cdot x_2 + 2,987 \cdot x_3 + 0,316 \cdot x_4 = 0,529$<br>$0,197 \cdot x_1 + 0,219 \cdot x_2 + 0,274 \cdot x_3 + 3,127 \cdot x_4 = 0,869.$ |
| 10 | $2,958 \cdot x_1 + 0,147 \cdot x_2 + 0,354 \cdot x_3 + 0,238 \cdot x_4 = 0,651$<br>$0,127 \cdot x_1 + 2,395 \cdot x_2 + 0,256 \cdot x_3 + 0,273 \cdot x_4 = 0,898$<br>$0,403 \cdot x_1 + 0,184 \cdot x_2 + 3,815 \cdot x_3 + 0,416 \cdot x_4 = 0,595$<br>$0,259 \cdot x_1 + 0,361 \cdot x_2 + 0,281 \cdot x_3 + 3,736 \cdot x_4 = 0,389.$ |

## Контрольные вопросы:

1. Условия применимости численных методов решения систем.
2. Как используя алгоритм метода Гаусса вычислять определители?
3. Можно ли численно решать системы по правилу Крамера?
4. Какова погрешность при решении систем методом Гаусса?

## Литература:

Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.

Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Ращиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.

Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.

Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.

Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.

Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.

## Лабораторная работа №4

### Решение систем линейных уравнений методом Халецкого

Цель: Изучение алгоритма численного решения систем методом Халецкого.

Задание:

1. Разработать алгоритм и программу решения систем методом Халецкого (метод квадратных корней).

Варианты заданий.

$$1. A = \begin{pmatrix} 2,5 & -3,0 & 4,6 \\ -3,5 & 2,6 & 1,5 \\ -6,5 & -3,5 & 7,3 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} -1,05 \\ -14,46 \\ -17,735 \end{pmatrix}.$$

$$2. A = \begin{pmatrix} 2,0 & -4,0 & -3,25 & 1,0 \\ 3,0 & -3,0 & -4,3 & 8,0 \\ 1,0 & -5,0 & 3,3 & -20,0 \\ 2,5 & -4,0 & 2,0 & -3,0 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 4,84 \\ 8,89 \\ -14,01 \\ -20,29 \end{pmatrix}.$$

$$3. A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 4 & -3 & 1 \\ -1 & 1 & 2 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 3 & 3 & -1 \\ -3 & 1 & 3 & 2 & 4 \\ 1 & 3 & -1 & 4 & 4 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 11 \\ 14 \\ 4 \\ 16 \\ 18 \end{pmatrix}.$$

Контрольные вопросы:

1. Условия применимости численных методов решения систем методом Халецкого.
2. Какова погрешность при решении систем методом Халецкого?

## Литература:

Копченкова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.

Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Ращиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.

Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.

Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.

Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.

Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.

## Лабораторная работа №5

### Интерполяционный многочлен Лагранжа

Цель: Изучение интерполяционного многочлена Лагранжа.

Задание:

1. Разработать алгоритм и программу вычисления значения функции в промежуточной точке по экспериментальным данным для не равноотстоящих узлов.

Варианты заданий.

| Вариант | Исходные данные |                 | Вариант | Исходные данные |                 |
|---------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|
| 1       | $x_0=0,35$      | $y_0=1,419$     | 6       | $x_0=0,38$      | $y_0=1,462$     |
|         | $x_1=0,48$      | $y_1=1,616$     |         | $x_1=0,49$      | $y_1=1,632$     |
|         | $x_2=0,97$      | $y_2=2,637$     |         | $x_2=0,99$      | $y_2=2,691$     |
|         | $x_3=1,08$      | $y_3=2,944$     |         | $x_3=1,09$      | $y_3=2,974$     |
|         | $x_4=1,18$      | $y_4=3,254$     |         | $x_4=1,19$      | $y_4=3,287$     |
|         | $x_5=1,40$      | $y_5=4,055$     |         | $x_5=1,40$      | $y_5=4,055$     |
|         | $x_6=1,71$      | $y_6=5,528$     |         | $x_6=1,71$      | $y_6=5,528$     |
|         | $x_7=1,74$      | $y_7=5,697$     |         | $x_7=1,72$      | $y_7=5,584$     |
|         | $x_8=2,09$      | $y_8=8,084$     |         | $x_8=2,04$      | $y_8=7,690$     |
|         | $x_9=2,46$      | $y_9=11,704$    |         | $x_9=2,38$      | $y_9=10,804$    |
|         | $x_{10}=2,69$   | $y_{10}=14,731$ |         | $x_{10}=2,53$   | $y_{10}=12,553$ |
|         | $x=0,58$        |                 |         | $x=2,95$        |                 |



|   |               |                 |    |               |                 |
|---|---------------|-----------------|----|---------------|-----------------|
| 2 | $x_0=0,32$    | $y_0=1,377$     | 7  | $x_0=0,14$    | $y_0=1,419$     |
|   | $x_1=0,73$    | $y_1=2,075$     |    | $x_1=0,28$    | $y_1=1,419$     |
|   | $x_2=0,97$    | $y_2=2,637$     |    | $x_2=0,57$    | $y_2=1,419$     |
|   | $x_3=1,13$    | $y_3=3,095$     |    | $x_3=1,00$    | $y_3=1,419$     |
|   | $x_4=1,52$    | $y_4=4,572$     |    | $x_4=1,22$    | $y_4=1,419$     |
|   | $x_5=1,57$    | $y_5=4,806$     |    | $x_5=1,36$    | $y_5=1,419$     |
|   | $x_6=2,02$    | $y_6=7,538$     |    | $x_6=1,73$    | $y_6=1,419$     |
|   | $x_7=2,52$    | $y_7=12,428$    |    | $x_7=1,74$    | $y_7=1,419$     |
|   | $x_8=2,96$    | $y_8=19,297$    |    | $x_8=2,11$    | $y_8=1,419$     |
|   | $x_9=3,40$    | $y_9=29,964$    |    | $x_9=2,49$    | $y_9=1,419$     |
|   | $x_{10}=3,79$ | $y_{10}=44,256$ |    | $x_{10}=2,74$ | $y_{10}=1,419$  |
|   | $x=1,96$      |                 |    | $x=0,80$      |                 |
| 3 | $x_0=0,32$    | $y_0=1,377$     | 8  | $x_0=0,38$    | $y_0=1,462$     |
|   | $x_1=0,48$    | $y_1=1,616$     |    | $x_1=0,40$    | $y_1=1,491$     |
|   | $x_2=0,97$    | $y_2=2,637$     |    | $x_2=0,81$    | $y_2=2,247$     |
|   | $x_3=1,11$    | $y_3=3,034$     |    | $x_3=1,25$    | $y_3=3,490$     |
|   | $x_4=1,25$    | $y_4=3,490$     |    | $x_4=1,59$    | $y_4=4,903$     |
|   | $x_5=1,53$    | $y_5=4,618$     |    | $x_5=1,86$    | $y_5=6,423$     |
|   | $x_6=1,94$    | $y_6=6,958$     |    | $x_6=1,98$    | $y_6=7,242$     |
|   | $x_7=2,14$    | $y_7=8,499$     |    | $x_7=2,36$    | $y_7=10,590$    |
|   | $x_8=2,25$    | $y_8=9,487$     |    | $x_8=2,37$    | $y_8=10,697$    |
|   | $x_9=2,56$    | $y_9=12,935$    |    | $x_9=2,76$    | $y_9=15,799$    |
|   | $x_{10}=2,97$ | $y_{10}=19,491$ |    | $x_{10}=3,16$ | $y_{10}=23,570$ |
|   | $x=1,34$      |                 |    | $x=1,72$      |                 |
| 4 | $x_0=0,09$    | $y_0=1,094$     | 9  | $x_0=0,18$    | $y_0=1,197$     |
|   | $x_1=0,41$    | $y_1=1,506$     |    | $x_1=0,65$    | $y_1=1,915$     |
|   | $x_2=0,83$    | $y_2=2,293$     |    | $x_2=0,80$    | $y_2=2,225$     |
|   | $x_3=1,06$    | $y_3=2,886$     |    | $x_3=0,92$    | $y_3=2,509$     |
|   | $x_4=1,22$    | $y_4=3,387$     |    | $x_4=1,20$    | $y_4=3,320$     |
|   | $x_5=1,61$    | $y_5=5,002$     |    | $x_5=1,59$    | $y_5=4,903$     |
|   | $x_6=1,65$    | $y_6=5,206$     |    | $x_6=1,77$    | $y_6=5,870$     |
|   | $x_7=2,08$    | $y_7=8,004$     |    | $x_7=1,83$    | $y_7=6,233$     |
|   | $x_8=2,56$    | $y_8=12,935$    |    | $x_8=2,07$    | $y_8=7,924$     |
|   | $x_9=2,96$    | $y_9=19,297$    |    | $x_9=2,38$    | $y_9=10,804$    |
|   | $x_{10}=3,35$ | $y_{10}=28,502$ |    | $x_{10}=2,43$ | $y_{10}=11,358$ |
|   | $x=1,75$      |                 |    | $x=2,14$      |                 |
| 5 | $x_0=0,17$    | $y_0=1,185$     | 10 | $x_0=0,40$    | $y_0=1,491$     |
|   | $x_1=0,64$    | $y_1=1,896$     |    | $x_1=0,66$    | $y_1=1,934$     |
|   | $x_2=0,78$    | $y_2=2,181$     |    | $x_2=0,83$    | $y_2=2,293$     |
|   | $x_3=0,89$    | $y_3=2,435$     |    | $x_3=1,27$    | $y_3=3,560$     |
|   | $x_4=1,14$    | $y_4=3,126$     |    | $x_4=1,37$    | $y_4=3,935$     |
|   | $x_5=1,50$    | $y_5=4,481$     |    | $x_5=1,40$    | $y_5=4,055$     |
|   | $x_6=1,62$    | $y_6=5,053$     |    | $x_6=1,54$    | $y_6=4,664$     |
|   | $x_7=2,10$    | $y_7=8,166$     |    | $x_7=1,71$    | $y_7=5,528$     |
|   | $x_8=2,19$    | $y_8=8,935$     |    | $x_8=2,02$    | $y_8=7,538$     |
|   | $x_9=2,25$    | $y_9=9,487$     |    | $x_9=2,50$    | $y_9=12,182$    |
|   | $x_{10}=2,41$ | $y_{10}=11,133$ |    | $x_{10}=2,79$ | $y_{10}=16,281$ |
|   | $x=1,35$      |                 |    | $x=1,61$      |                 |

Контрольные вопросы.

1. Условия применимости интерполяционного многочлена Лагранжа.
2. Вывести формулу для вычисления интерполяционного многочлена Лагранжа.
3. Какова погрешность вычисления при решении поставленной задачи?

### Литература:

Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.

Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.

*Рашиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.*

*Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.*

*Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.*

*Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.*

*Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.*

## **Лабораторная работа №6**

### **Интерполяционный многочлен Ньютона**

**Цель:** Изучение интерполяционного многочлена Ньютона для равноотстоящих узлов.

**Задание:**

1. Разработать алгоритм и программу вычисления значения функции в промежуточной точке по экспериментальным данным для равноотстоящих узлов.

**Варианты заданий.**

В таблице представлены значения функции, вычисленные на  $[1, 2]$  с шагом 0,1.

| Вариант | Исходные данные |                 | Вариант | Исходные данные |                  |
|---------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|------------------|
| 1       | $y_0=0,322$     | $y_6=6,850$     | 6       | $y_0=-0,417$    | $y_6=24,901$     |
|         | $y_1=0,284$     | $y_1=5,539$     |         | $y_1=-0,751$    | $y_1=26,244$     |
|         | $y_2=0,241$     | $y_2=4,601$     |         | $y_2=-0,986$    | $y_2=27,541$     |
|         | $y_3=0,193$     | $y_3=3,902$     |         | $y_3=-0,972$    | $y_3=28,790$     |
|         | $y_4=0,135$     | $y_4=3,563$     |         | $y_4=-0,713$    | $y_4=29,992$     |
|         | $y_5=0,063$     | $y_5=2,937$     |         | $y_5=-0,211$    | $y_5=31,144$     |
|         | $y_6=-0,031$    | $y_6=2,594$     |         | $y_6=0,396$     | $y_6=32,251$     |
|         | $y_7=0,164$     | $y_7=2,313$     |         | $y_7=0,876$     | $y_7=33,313$     |
|         | $y_8=-0,369$    | $y_8=2,079$     |         | $y_8=0,980$     | $y_8=34,334$     |
|         | $y_9=0,741$     | $y_9=1,882$     |         | $y_9=0,592$     | $y_9=35,320$     |
|         | $y_{10}=-1,664$ | $y_{10}=1,715$  |         | $y_{10}=-0,146$ | $y_{10}=36,275$  |
|         | $x=0,98$        | $x=1,32$        |         | $x=2,01$        | $x=1,45$         |
| 2       | $y_0=0,070$     | $y_6=0,614$     | 7       | $y_0=-2,186$    | $y_6=0,794$      |
|         | $y_1=-0,134$    | $y_1=0,614$     |         | $y_1=-1,710$    | $y_1=0,773$      |
|         | $y_2=-0,343$    | $y_2=0,640$     |         | $y_2=-1,374$    | $y_2=0,723$      |
|         | $y_3=-0,544$    | $y_3=0,685$     |         | $y_3=-1,120$    | $y_3=0,662$      |
|         | $y_4=-0,724$    | $y_4=0,741$     |         | $y_4=-0,917$    | $y_4=0,600$      |
|         | $y_5=-0,870$    | $y_5=0,801$     |         | $y_5=-0,748$    | $y_5=0,543$      |
|         | $y_6=-0,966$    | $y_6=0,856$     |         | $y_6=-0,602$    | $y_6=0,494$      |
|         | $y_7=-1,000$    | $y_7=0,902$     |         | $y_7=-0,473$    | $y_7=0,450$      |
|         | $y_8=-0,962$    | $y_8=0,936$     |         | $y_8=-0,356$    | $y_8=0,412$      |
|         | $y_9=-0,846$    | $y_9=0,956$     |         | $y_9=-0,247$    | $y_9=0,380$      |
|         | $y_{10}=-0,654$ | $y_{10}=0,970$  |         | $y_{10}=-0,143$ | $y_{10}=0,351$   |
|         | $x=0,96$        | $x=1,71$        |         | $x=2,03$        | $x=1,05$         |
| 3       | $y_0=5,430$     | $y_6=21,779$    | 8       | $y_0=108,240$   | $y_6=4,800$      |
|         | $y_1=5,816$     | $y_1=25,505$    |         | $y_1=104,312$   | $y_1=4,462$      |
|         | $y_2=6,211$     | $y_2=29,577$    |         | $y_2=99,184$    | $y_2=3,906$      |
|         | $y_3=6,620$     | $y_3=34,017$    |         | $y_3=93,097$    | $y_3=3,169$      |
|         | $y_4=7,051$     | $y_4=38,852$    |         | $y_4=86,314$    | $y_4=2,322$      |
|         | $y_5=7,509$     | $y_5=44,109$    |         | $y_5=79,108$    | $y_5=1,027$      |
|         | $y_6=8,001$     | $y_6=49,822$    |         | $y_6=71,733$    | $y_6=-0,475$     |
|         | $y_7=8,535$     | $y_7=56,027$    |         | $y_7=64,418$    | $y_7=-2,363$     |
|         | $y_8=9,119$     | $y_8=62,768$    |         | $y_8=57,353$    | $y_8=-4,755$     |
|         | $y_9=9,762$     | $y_9=70,091$    |         | $y_9=50,683$    | $y_9=-7,829$     |
|         | $y_{10}=10,475$ | $y_{10}=78,052$ |         | $y_{10}=44,510$ | $y_{10}=-11,870$ |
|         | $x=1,46$        | $x=1,67$        |         | $x=1,95$        | $x=1,44$         |
| 4       | $y_0=1,257$     | $y_6=3,981$     | 9       | $y_0=-6,492$    | $y_6=-6,462$     |
|         | $y_1=-1,524$    | $y_1=3,837$     |         | $y_1=-6,879$    | $y_1=-7,567$     |
|         | $y_2=1,728$     | $y_2=3,648$     |         | $y_2=7,340$     | $y_2=8,808$      |
|         | $y_3=1,849$     | $y_3=3,424$     |         | $y_3=7,889$     | $y_3=10,256$     |
|         | $y_4=1,867$     | $y_4=3,175$     |         | $y_4=8,547$     | $y_4=11,966$     |
|         | $y_5=1,768$     | $y_5=2,910$     |         | $y_5=9,339$     | $y_5=14,009$     |
|         | $y_6=1,547$     | $y_6=2,638$     |         | $y_6=10,300$    | $y_6=16,481$     |
|         | $y_7=1,215$     | $y_7=2,369$     |         | $y_7=11,479$    | $y_7=19,514$     |
|         | $y_8=0,798$     | $y_8=2,109$     |         | $y_8=12,939$    | $y_8=23,291$     |
|         | $y_9=0,339$     | $y_9=1,864$     |         | $y_9=14,777$    | $y_9=28,076$     |
|         | $y_{10}=-0,104$ | $y_{10}=1,637$  |         | $y_{10}=17,127$ | $y_{10}=34,255$  |
|         | $x=1,02$        | $x=1,63$        |         | $x=1,92$        | $x=1,55$         |
| 5       | $y_0=1,449$     | $y_6=1,000$     | 10      | $y_0=-0,909$    | $y_6=2,718$      |
|         | $y_1=1,161$     | $y_1=1,215$     |         | $y_1=0,660$     | $y_1=3,004$      |
|         | $y_2=0,805$     | $y_2=1,465$     |         | $y_2=-0,258$    | $y_2=3,320$      |
|         | $y_3=0,396$     | $y_3=1,734$     |         | $y_3=-0,237$    | $y_3=3,669$      |
|         | $y_4=-0,045$    | $y_4=2,088$     |         | $y_4=-0,703$    | $y_4=4,055$      |
|         | $y_5=-0,488$    | $y_5=2,473$     |         | $y_5=-0,978$    | $y_5=4,481$      |
|         | $y_6=-0,894$    | $y_6=2,915$     |         | $y_6=-0,919$    | $y_6=4,953$      |
|         | $y_7=-1,225$    | $y_7=3,423$     |         | $y_7=-0,483$    | $y_7=5,473$      |
|         | $y_8=-1,438$    | $y_8=4,005$     |         | $y_8=0,195$     | $y_8=6,049$      |
|         | $y_9=-1,505$    | $y_9=4,673$     |         | $y_9=0,805$     | $y_9=6,685$      |
|         | $y_{10}=-1,411$ | $y_{10}=5,436$  |         | $y_{10}=0,989$  | $y_{10}=7,389$   |
|         | $x=1,15$        | $x=1,51$        |         | $x=1,13$        | $x=1,42$         |

Контрольные вопросы.

1. Условия применимости интерполяционного многочлена Ньютона.
2. Вывести формулу для вычисления интерполяционного многочлена Ньютона при вычислении значений функции, расположенных ближе к левому концу интервала.
3. Вывести формулу для вычисления интерполяционного многочлена Ньютона при вычислении значений функции, расположенных ближе к правому концу интервала.
4. Чем отличаются первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона?

5. Какова погрешность вычисления при решении поставленной задачи?

### *Литература:*

*Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.*

*Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.*

*Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Ращиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.*

*Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.*

*Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.*

*Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.*

*Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.*

## **Лабораторная работа №7**

### **Итерационные методы решения уравнений и систем**

**Цель:** Изучение особенностей решения уравнений и систем с применением итерационных методов.

**Задание:**

1. С помощью метода простой итерации решить уравнение.
2. С помощью метода простой итерации решить систему линейных уравнений.
3. С помощью метода Зейделя решить систему линейных уравнений.
4. Визуализировать решение.

Варианты заданий.

Варианты заданий соответствуют вариантам к лабораторным работам 1-3.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие существуют способы приведения уравнения к виду, пригодному для применения метода итераций?
2. Сравните скорость сходимости итеративного метода решения уравнений с другими.

3. Вычислите погрешность.
4. Методы приведения систем уравнений к виду, пригодному для применения метода итераций?
5. Особенность метода Зейделя для решения систем уравнений.
6. Сравните сходимость решения систем методом Зейделя и простой итерации. Сделайте вывод.

### *Литература:*

*Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.*

*Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.*

*Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Ращиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.*

*Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.*

*Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.*

*Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.*

*Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.*

## **Лабораторная работа №8**

### **Метод наименьших квадратов**

**Цель:** Изучение особенностей применения методов аппроксимации.

**Задание:**

1. С помощью метода наименьших квадратов вычислить значение функции в указанной точке.
2. По исходной таблице данных рассчитать параметры следующих функций:
  - линейной;
  - степенной;
  - показательной.
3. Построить в Excel графики функций с полученными значениями и по точкам.

### Варианты заданий.

| Вариант | Исходные данные |       | Вариант | Исходные данные |       |
|---------|-----------------|-------|---------|-----------------|-------|
| 1       | x               | y     | 6       | x               | y     |
|         | 61,10           | 49,10 |         | 60,80           | 49,40 |
|         | 60,80           | 48,60 |         | 60,00           | 49,80 |
|         | 60,18           | 50,10 |         | 58,60           | 53,40 |
|         | 59,20           | 52,20 |         | 57,30           | 55,20 |
|         | 58,10           | 53,60 |         | 56,10           | 56,20 |
|         | 55,20           | 58,10 |         | 50,40           | 59,9  |
|         | 49,10           | 69,10 |         | 46,80           | 67,4  |
| 2       | x               | y     | 7       | x               | y     |
|         | 61,8            | 49,0  |         | 60,8            | 50,8  |
|         | 60,0            | 49,3  |         | 59,1            | 53,3  |
|         | 58,7            | 52,8  |         | 57,9            | 54,3  |
|         | 56,1            | 55,2  |         | 55,7            | 57,6  |
|         | 54,2            | 57,5  |         | 54,3            | 60,7  |
|         | 50,6            | 63,1  |         | 52,6            | 64,1  |
|         | 47,1            | 68,2  |         | 49,1            | 67,7  |
| 3       | x               | y     | 8       | x               | y     |
|         | 60,1            | 49,0  |         | 63,1            | 49,8  |
|         | 59,2            | 52,1  |         | 61,9            | 49,3  |
|         | 58,6            | 53,2  |         | 59,6            | 53,3  |
|         | 55,4            | 56,6  |         | 57,2            | 56,1  |
|         | 53,1            | 59,5  |         | 57,1            | 57,3  |
|         | 52,0            | 66,6  |         | 50,9            | 64,1  |
|         | 49,9            | 67,8  |         | 47,1            | 66,6  |
| 4       | x               | y     | 9       | x               | y     |
|         | 60,3            | 49,9  |         | 61,7            | 49,8  |
|         | 59,1            | 54,8  |         | 60,4            | 51,1  |
|         | 58,7            | 56,9  |         | 58,1            | 53,2  |
|         | 58,1            | 57,1  |         | 57,2            | 57,3  |
|         | 54,5            | 62,3  |         | 53,4            | 61,5  |
|         | 50,3            | 66,1  |         | 49,4            | 66,4  |
|         | 47,1            | 67,3  |         | 45,9            | 68,8  |
| 5       | x               | y     | 10      | x               | y     |
|         | 59,2            | 49,7  |         | 58,1            | 49,1  |
|         | 59,0            | 50,5  |         | 57,5            | 51,2  |
|         | 54,2            | 51,9  |         | 56,4            | 53,0  |
|         | 55,6            | 54,4  |         | 55,1            | 54,6  |
|         | 53,1            | 57,3  |         | 53,4            | 57,6  |
|         | 57,8            | 64,8  |         | 50,2            | 60,1  |
|         | 60,9            | 49,0  |         | 46,1            | 61,8  |

### Контрольные вопросы:

1. Вывести формулы решения задачи аппроксимации для линейной функции.
2. Вывести формулы решения задачи аппроксимации для степенной функции.
3. Вывести формулы решения задачи аппроксимации для показательной функции.
4. Согласно построенным графикам определить какая из данных функций наиболее подходит к экспериментальным данным.

### Литература:

*Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.*

*Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.*

*Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

Рашиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.

Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.

Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.

Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.

Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.

## Лабораторная работа №9

### Численное интегрирование

Цель: Изучение особенностей применения численных методов к решению определенных интегралов.

Задание:

1. Разработать алгоритм и программно его реализовать для численного вычисления определенных интегралов.
2. Проверить аналитически правильность полученного результата.
3. Определить погрешность вычисления.

Варианты заданий.

| № п/п | Прямоугольников                         | Трапеций                                      | Симпсона                                      |
|-------|---|---|---|
| 1.    | $\int_0^1 \sqrt{e^x + 1} dx$            | $\int_0^1 \frac{dx}{e^x + 1}$                 | $\int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{\cos x} \sin x dx$ |
| 2.    | $\int_0^1 \frac{2+x}{2-x} dx$           | $\int_0^1 \cos(x^2) dx$                       | $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln(2 + \cos x) dx$   |
| 3.    | $\int_0^1 \frac{xe^x}{(1+x)^2} dx$      | $\int_0^1 \frac{xdx}{1+x}$                    | $\int_0^2 \frac{2xdx}{1+x^2}$                 |
| 4.    | $\int_0^1 \frac{2x+1}{\sqrt{x^2+1}} dx$ | $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{xdx}{1+\cos x}$ | $\int_0^2 \sqrt{4-x^2} dx$                    |
| 5.    | $\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{2+x}} dx$      | $\int_0^{\pi} (\cos x)^2 \cos(2x) dx$         | $\int_0^1 (x+1)(x+2) dx$                      |
| 6.    | $\int_{-1}^1 \frac{1+x^2}{1+x^4} dx$    | $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{xdx}{1+\sin x}$ | $\int_1^2 (\ln x + x) dx$                     |
| 7.    | $\int_{-1}^1 \frac{x}{1+x+x^2} dx$      | $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln(1+2\cos x)^2 dx$  | $\int_1^2 \frac{\ln x}{\sqrt{x}} dx$          |

|     |   |                                    |                                 |
|-----|---|------------------------------------|---------------------------------|
| 8.  | $\int_1^e (x \ln(x))^2 dx$                        | $\int_1^2 \frac{2+x}{5+x} dx$      | $\int_1^2 \frac{dx}{1+x}$       |
| 9.  | $\int_0^{\pi} \frac{\sin^2 x}{1+\cos x} dx$       | $\int_1^3 \sqrt{6x-5} dx$          | $\int_1^3 \sqrt{x+4} dx$        |
| 10. | $\int_0^2 \frac{dx}{\sqrt{x+1} + \sqrt{(x+1)^3}}$ | $\int_1^3 \frac{xdx}{\sqrt{8x-2}}$ | $\int_1^3 \sin \sqrt{x^3+1} dx$ |

Контрольные вопросы:

1. Вывести формулы вычисления определенных интегралов по правилу прямоугольников.
2. Вывести формулы вычисления определенных интегралов по методу трапеций.
3. Вывести формулы вычисления определенных интегралов по методу Симпсона.

*Литература:*

*Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.*

*Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.*

*Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Ращиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.*

*Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.*

*Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.*

*Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.*

*Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.*

## **Лабораторная работа №10**

### **Численные методы решения ОДУ**

Цель: Изучение численных методов решения ОДУ.

Задание:



1. Найти шаг интегрирования для решения задачи методом Рунге–Кутта с заданной точностью.
2. Построить приближенную интегральную кривую.
3. Найти шаг интегрирования для решения задачи методом Эйлера с заданной точностью.
4. Найти точное решение задачи Коши. Сравнить точное решение с приближенным. Найти максимум модуля отклонений в узловых точках приближенного решения от точного.
5. В Excel заполнить таблицу с указанием точного и приближенного значения.

Варианты заданий.

| №  | Задача Коши   |
|----|---|
| 1  | $y' + xy = 0,5(x-1)e^x y^2, y(0) = 2; a = 0, b = 2.$                    |
| 2  | $y' - y \lg x = -2/3 y^4 \sin x, y(0) = 1; a = 0, b = 1,2.$             |
| 3  | $y' + y^2 = x, y(0) = 1; a = 0, b = 2.$                                 |
| 4  | $xy' + y = y^3 e^{-x}, y(1) = 1; a = 1, b = 2.$                         |
| 5  | $y' + xy = 0,5(x+1)e^x y^2, y(0) = 1; a = 0; b = 2.$                    |
| 6  | $xy' - y = -y^2(2 \ln x + \ln^2 x), y(1) = 2; a = 1, b = 2.$            |
| 7  | $y' + 4x^3 y = 4y^3 e^{4x}(1-x^3), y(1) = 1; a = 1, b = 2,8.$           |
| 8  | $2y' + 3y \cos x = e^{2x}(2 + 3 \cos x) / y, y(1) = 2; a = 1, b = 1,6.$ |
| 9  | $y' + 2xy = 2x^3 y^3, y(0) = 1; a = 0, b = 1.$                          |
| 10 | $xy' + y = y^2 \ln x, y(1) = 0,5; a = 1, b = 5.$                        |

Контрольные вопросы:

1. Особенность решения ОДУ методом Рунге-Куты.
2. Особенность решения ОДУ методом Эйлера.
3. Определить погрешность вычислений.

*Литература:*

*Копченова Н.В., Марон И.А. - Вычислительная математика в примерах и задачах: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. - Численные методы: учеб. пособие для вузов, рек. МО РФ - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.*

*Вержбицкий В.М. - Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2000.*

*Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. - Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Волков Е.А. - Численные методы: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2008.*

*Ращиков В. И. - Численные методы. Компьютерный практикум - Москва: МИФИ, 2010.*

*Гавришина О. Н., Захаров Ю. Н., Фомина Л. Н. - Численные методы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011.*

*Пименов В. Г., Ложников А. Б. - Численные методы - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014.*

*Балабко Л. В., Томилова А. В. - Численные методы - Архангельск: САФУ, 2014.*

*Орешкова М. Н. - Численные методы: теория и алгоритмы - Архангельск: САФУ, 2015.*

### **Критерии оценивания самостоятельных работ**

***Показатель оценивания*** - умение реализовывать численные методы.

***Шкала оценивания*** – «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, выполнившему правильно задание к лабораторной работе и продемонстрировавшему знание теоретического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту не выполнившему лабораторной работы или не знающему теоретический материал.